

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Mai 2003 (22.05.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/042533 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02P 23/04

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/07202

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juni 2002 (29.06.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 56 410.4 16. November 2001 (16.11.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(72) Erfinder; und

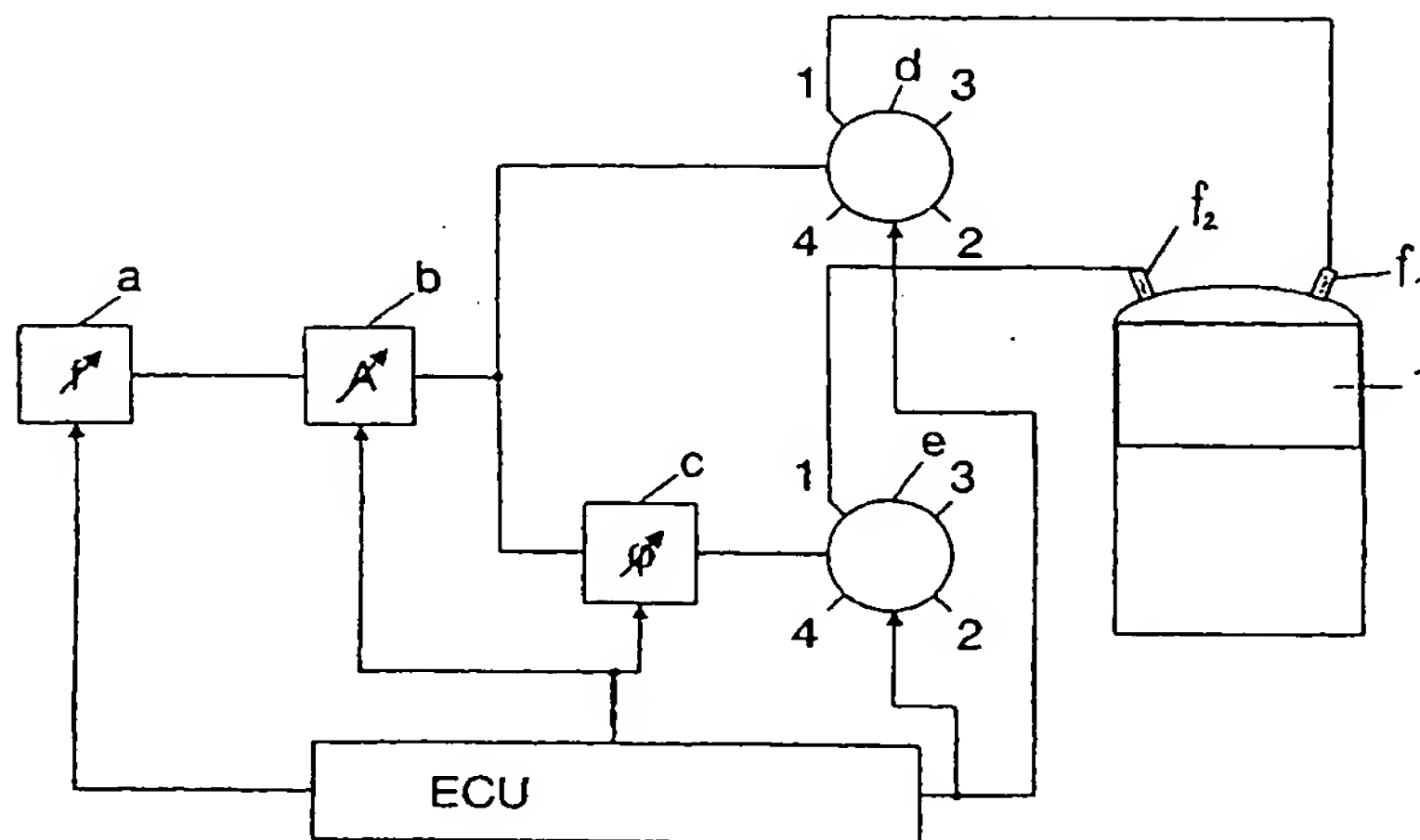
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STIEGLER, Ottmar [DE/DE]; Schwalbenweg 6, 82054 Sauerlach (DE).

(74) Anwälte: SCHMIDT, Günter usw.; BMW AG, Patentabteilung AJ-3, 80788 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: IGNITION SYSTEM AND METHOD FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE COMPRISING MICROWAVE SOURCES

(54) Bezeichnung: ZÜNDSYSTEM UND VERFAHREN FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE MIT MIKROWELLEN-QUELLEN



(57) Abstract: The invention relates to an ignition system for an internal combustion engine comprising at least two microwave injection elements (f_1 , f_2) which are provided in the combustion chamber (1) and are fed by a microwave generator (a). The microwaves supplied by the microwave generator produce interferences in the combustion chamber (1), by which means the necessary ignition energy is made available by superposition. The phase displacement between at least two microwaves sent by different injection elements (f_1 , f_2) can be modified, in addition to the amplitude and the frequency of said microwaves. According to the inventive method for igniting an at least locally explosive fuel-air mixture in a combustion chamber (1) of an internal combustion engine by means of one such ignition system, the location of the ignition in the combustion chamber is regulated in a targeted manner, by variation of at least one of the cited parameters. The necessary ignition energy can thus be made available at a plurality of locations and/or a plurality of moments.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Zündsystem für eine Brennkraftmaschine mit zumindest zwei im Brennraum (1) vorgesehenen Mikrowellen-Einkoppelementen (f_1 , f_2), die von einem Mikrowellengenerator (a) gespeist werden, wobei mit den von diesem abgegebenen Mikrowellen Interferenzen im Brennraum (1) erzeugt werden, durch die die erforderliche Zünderenergie somit durch Überlagerung bereitgestellt wird. Dabei ist die Phasenverschiebung zwischen zumindest zwei von unterschiedlichen Einkoppelementen (f_1 , f_2) ausgesendeten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CZ, EE, GE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KR, LK, LT, LV, MA, MX, NO, NZ, PH, PL, RO, RU, SG, SI, SK, UA, US, ZA.

OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Mikrowellen veränderbar, daneben auch deren Amplitude sowie Frequenz. Beim erfindungsgemässen Verfahren zum Zünden eines in einem Brennraum (1) einer Brennkraftmaschine befindlichen zumindest lokal zündfähigen Kraftstoff-Luftgemisches mit einem solchen Zündsystem wird durch Variation von zumindest einem der genannten Parameter der Ort der Zündung im Brennraum gezielt eingestellt. Dabei kann die benötigte Zündenergie an mehreren Orten und/oder zu mehreren Zeitpunkten bereitgestellt werden.

5

Zündsystem und -Verfahren für eine Brennkraftmaschine mit Mikrowellen-Quellen

10

Die Erfindung betrifft ein Zündsystem für eine Brennkraftmaschine mit zumindest zwei im Brennraum vorgesehenen Hochfrequenz-Einkoppelementen, insbesondere Mikrowellen-Einkoppelementen, die von einer Hochfrequenz-Energiequelle, insbesondere einem Mikrowellengenerator gespeist werden. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Zünden eines in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine befindlichen zumindest lokal zündfähigen Kraftstoff-Luftgemisches mit einem erfindungsgemäßen Zündsystem. Zum technischen Umfeld wird beispielshalber auf die DE 196 38 787 A1 verwiesen.

20

In Serie befindliche fremdgezündete Brennkraftmaschinen sind heutzutage praktisch generell mit einer Hochspannungszündanlage ausgerüstet, mit der als Zündquellen fungierende Zündkerzen, die in die Brennkraftmaschinen-Brennräume hineinragen, betrieben werden. Zumeist befindet sich im Brennraum nur eine einzige Zündkerze, durch die somit der Ort des Zündbeginns oder Verbrennungsbeginns von zündfähigem Luft-Kraftstoffgemisch im Brennraum festgelegt ist. Es muss also dafür Sorge getragen werden, dass sich zum gewünschten Zündzeitpunkt stets zündfähiges Gemisch zwischen den beiden Elektroden der Zündkerze befindet, was insbesondere bei mit Kraftstoff-Direkteinspritzung arbeitenden Brennkraftmaschinen problematisch sein kann.

Nachdem Hochspannungs-Zündanlagen zwar die benötigte Zündenergie sicher bereit stellen können, jedoch hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit von Kraftfahrzeugen nicht einfach zu beherrschen sind, werden in jüngster Zeit auch mikrowellentechnische Zündeinrichtungen für Brennkraftmaschinen untersucht. Neben der DE 198 02 745 C2 zeigt die eingangs bereits genannte DE 196 38 787 A1 hierfür ein Beispiel. Dabei wird als Energiequelle eine Hochfrequenzenergiequelle eingesetzt, mittels derer hochfrequente Energiewellen, insbesondere Mikrowellen in den Brennkraftmaschinen-Brennraum eingekoppelt werden. Die letztgenannte Schrift schlägt hierfür verschiedene Formgebungen für das in den Brennraum hineinragende Mikrowellen-Einkoppelement, das dort allgemein als Zündmittel mit einem Koppelstrukturbereich bezeichnet ist, vor, und erläutert, dass der - wie üblich - von metallischen Teilen umschlossene Brennraum einen Hohlraumresonator für die Mikrowellen bildet.

Zwar ist man bei der Verwendung von hochenergetischen Hochfrequenzwellen als Energie-„Quelle“ für die Zündenergie im Brennraum nicht mehr darauf angewiesen, dass exakt an einer einzigen Stelle im Brennraum (nämlich zwischen den bislang üblichen Zündkerzen-Elektroden) ein zündfähiges Gemisch vorliegt, jedoch ist auch bei der Verwendung eines einzigen Hochfrequenz-Einkoppelements im Brennraum der Bereich, an dem ausreichende Zündenergie vorliegt, beschränkt und nur durch Variation der vom Einkoppelement abgegebenen elektrischen Feldstärke veränderbar.

25

An einem mit Hochfrequenz-Einkoppelementen, insbesondere Mikrowellen-Einkoppelementen arbeitenden Zündsystem für eine Brennkraftmaschine diesbezüglich Verbesserungen aufzuzeigen, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

30

Die Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei Hochfrequenz-Einkoppelemente bzw. Mikrowellen-Einkoppelemente im Brennraum vorgesehen sind und dass die erforderliche Zünderenergie im Brennraum durch Überlagerung der von den Einkoppelementen abgegebenen Hochfrequenzwellen erzeugt wird. In anderen Worten ausgedrückt werden somit im Brennraum der Brennkraftmaschine mit den von besagten Einkoppelementen ausgesendeten Hochfrequenzwellen, insbesondere Mikrowellen, Interferenzen erzeugt, durch welche die erforderliche Zündenergie bereitgestellt wird.

10

Wenn erfindungsgemäß zumindest zwei Mikrowellen-Einkoppelemente (im folgenden wird der spezielle Begriff „Mikrowelle“ nur stellvertretend für die allgemeine Form einer „Hochfrequenzwelle“ verwendet) im Brennraum einer Brennkraftmaschine vorgesehen sind, so können zwischen den von diesen Einkoppelementen ausgesandten Wellen die aus der Wellentheorie grundsätzlich bekannten Interferenzerscheinungen auftreten. Neben gegenseitigen örtlichen Auslöschungen gibt es dabei auch Orte mit aufgrund von Überlagerungen deutlich verstärkter Amplitude und somit deutlich höherer Energie, an denen dann äußerst willig eine Zündung von dort anzutreffendem zündfähigen Gemisch erfolgen kann. Die Freiheiten hinsichtlich der Lage derjenigen Orte, an denen eine für die Zündung ausreichende Zündenergie vorliegt, werden durch Vorsehen zumindest eines zweiten Mikrowellen-Einkoppelements und somit dem Auftreten von Interferenzerscheinungen bzw. Überlagerungen zwischen den von den beiden (oder noch mehreren) Einkoppelementen ausgesandten Wellen erheblich gesteigert. Dabei sei nochmals ausdrücklich erwähnt, dass mehr als ein Hochfrequenz-Einkoppelement bzw. Mikrowellen-Einkoppelement erforderlich ist, um die genannten Interferenzeffekte nutzen zu können; keineswegs ist man hierbei auf exakt zwei Einkoppelemente beschränkt.

30

- Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung liegt vor, wenn die Phasenverschiebung zwischen zumindest zwei von unterschiedlichen Hochfrequenz-Einkoppelementen ausgesendeten Hochfrequenzwellen bzw. Mikrowellen oder dgl. veränderbar ist. Damit ist auch die Ortslage
5 derjenigen Stellen, an denen im Brennraum Interferenzen bzw. die Amplitude steigernde Überlagerungen zwischen den von den unterschiedlichen Einkoppelementen ausgesandten Wellen auftreten, gezielt beeinflussbar bzw. veränderbar. Durch Wahl einer geeigneten Phasenverschiebung zwischen den verschiedenen Mikrowellen oder dgl. kann somit festgelegt
10 werden, an welchen Stellen im Brennraum durch Interferenzerscheinungen eine ausreichend hohe Zündenergie vorliegt. Diese Stellen können dann gezielt dorthin gelegt werden, wo die Wahrscheinlichkeit für das Antreffen von zündfähigem Kraftstoff-Luftgemisch am höchsten ist.
- 15 In diesem Zusammenhang sei auf die dem Fachmann für Brennkraftmaschinen bekannte Tatsache hingewiesen, dass die Stellen, an denen in einem Brennkraftmaschinen-Brennraum zündfähiges Gemisch vorliegt bzw. vorliegen kann, sehr stark vom jeweiligen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine abhängen können. Je nachdem mit welcher Drehzahl und in welchem
20 Lastpunkt die Brennkraftmaschine betrieben wird, kann die Lage des jeweils günstigsten Zündortes jeweils unterschiedlich sein. Dieser äußerst komplexen Randbedingung kann nun dadurch entgegengekommen werden, dass der Ort, an dem die für eine erfolgreiche Zündung benötigte Zündenergie bereitgestellt wird, auf den hinsichtlich der Gemisch-Verteilung im Brennraum günstigsten Zündort hin angepasst wird. Dass damit eine verbesserte
25 Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches im Brennkraftmaschinen-Brennraum erzielt werden kann, liegt auf der Hand. Eine verbesserte Verbrennung wiederum hat beträchtliche Vorteile hinsichtlich des Wirkungsgrades bzw. Kraftstoffverbrauchs sowie hinsichtlich der Emissionen
30 (insbesondere von CO₂) zur Folge.

- Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Zünden eines in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine befindlichen zumindest lokal zündfähigen Kraftstoff-Luftgemisches mit einem Zündsystem gemäß der vorliegenden Erfindung zeichnet sich somit dadurch aus, dass bevorzugt durch Variation
- 5 der Phasenverschiebung zwischen zumindest zwei von unterschiedlichen Hochfrequenz-Einkoppelementen im Brennraum ausgesendeten Hochfrequenzwellen der Ort der Zündung im Brennraum gezielt eingestellt werden kann.
- 10 Neben der oder zusätzlich zur Variation der Phasenverschiebung zwischen zumindest zwei von unterschiedlichen Mikrowellen-Quellen oder dgl. im Brennraum ausgesendeten Mikrowellen kann auch die Amplitude und/oder die Frequenz zumindest einer der ausgesendeten Mikrowellen bzw. Hochfrequenzwellen veränderbar und somit gezielt einstellbar sein.
- 15 Insbesondere damit ist es auch möglich, das erfindungsgemäße Zündverfahren so einzustellen, dass die benötigte Zündenergie an mehreren Orten des Brennraums und/oder zu mehreren Zeitpunkten an einem oder mehreren Orten bereitgestellt wird. Zur optimalen Einkoppelung der notwendigen Zündenergie kann dabei die Frequenz der Mikrowelle auf die Abmessung
- 20 bzw. Geometrie des Brennraums hin angepasst werden. Bei Verwendung eines ganzzahligen Vielfachen dieser angepassten Frequenz sind gemäß der Mikrowellentheorie auch Mehrfach-Zündungen möglich bzw. können mehrere Zündorte erzeugt werden.
- 25 Was die Gestaltung einer entsprechenden, erfindungsgemäßen Zündanlage für eine Brennkraftmaschine betrifft, so ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel hierfür in der beigefügten Prinzipskizze stark abstrahiert dargestellt. Dabei ist gleichzeitig dargestellt, wie ein erfindungsgemäßes Zündsystem an einer Brennkraftmaschine mit mehreren Brennräumen, speziell an einer
- 30 mehrzylindrigen Hubkolben-Brennkraftmaschine, gestaltet sein kann.

In der einzigen Figur ist mit der Bezugsziffer 1 ein Brennraum einer vierzylindrigen Hubkolben-Brennkraftmaschine bezeichnet, in den auf übliche Weise ein darin zu verbrennendes Kraftstoff-Luftgemisch eingeleitet wird. Dieses Kraftstoff-Luftgemisch wird mittels eines erfindungsgemäßen
5 Zündsystems zu einem gewünschten Zeitpunkt fremdgezündet, indem Zündenergie in den Brennraum 1 eingeführt wird. Dies erfolgt über Hochfrequenzwellen, insbesondere Mikrowellen, die von hier zwei Einkoppelementen f_1 bzw. f_2 in den Brennraum 1 abgegeben werden. Wie weiter oben ausführlich erläutert wurde, treten zwischen den abgesandten Mikrowellen
10 im Brennraum 1 Interferenzerscheinungen bzw. Überlagerungen auf, wobei dann an denjenigen Orten, wo eine Energieverstärkung stattfindet, eine ausreichende Zündenergie zur Zündung eines dort vorliegenden zündfähigen Gemisches bereit gestellt wird.

15 Erzeugt werden die Mikrowellen (bzw. allg. Hochfrequenzwellen) von einem hier einzigen in Frequenz und Amplitude regelbaren Mikrowellengenerator a mit einer Frequenz von 2,4 Gigahertz oder höher bzw. einem Vielfachen dieser Frequenz im Leistungsbereich von ca. 100 Watt. Beim im folgenden noch näher beschriebenen Ausführungsbeispiel teilt sich das vom Mikrowellengenerator a abgegebene Mikrowellen-Signal in einen ersten direkten und
20 einen zweiten durch einen regelbaren Phasenschieber c geregelten Pfad auf und wird in jedem Pfad durch einen Hochfrequenz-Verteiler d bzw. e auf die einzelnen Brennräume der Brennkraftmaschine verteilt. Dort werden diese Mikrowellen-Signale durch erste und zweite Einkoppelemente f_1 , f_2 in die
25 einzelnen Brennräume 1 eingespeist.

Vom Brennraum 1 zum (hier einzigen) Mikrowellengenerator a zurückgehend wird nun dieses bevorzugte Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Zündsystems detailliert erläutert:

Vom ersten Einkoppelement f_1 des Brennraums 1 führt eine Verbindungs-
leitung zu einem ersten mit dem Buchstaben d bezeichneten Verteiler, von
dem weitere drei nicht dargestellte Verbindungsleitungen von den mit den
Ziffern 2, 3, 4 bezeichneten Stellen abzweigen, die zu weiteren ersten
5 Einkoppelementen führen, die drei weiteren hier nicht dargestellten
Brennräumen der Brennkraftmaschine zugeordnet sind. In vergleichbarer
Weise führt vom zweiten Einkoppelement f_2 des Brennraums 1 eine
Verbindungsleitung zu einem zweiten mit dem Buchstaben e bezeichneten
Verteiler, von dem weitere drei nicht dargestellte Verbindungsleitungen von
10 den mit den Ziffern 2, 3, 4 bezeichneten Stellen abzweigen, die zu weiteren
zweiten Einkoppelementen der genannten weiteren drei Brennräume
führen.

Mit der notwendigen Energie zur Aktivierung der Einkoppelemente f_1 bzw.
15 f_2 versorgt wird jeder Verteiler d bzw. e über eine weitere Leitung, die vom
Verteiler d bzw. e zu einem (hier einzigen) Dämpfungsglied b führt. Diesem
ist (über eine geeignete Leitung) ein mit dem Buchstaben a bezeichneter
Mikrowellengenerator (allgemein eine Hochfrequenz-Energiequelle)
vorgesaltet. Dieser Mikrowellengenerator a wird ebenso wie das Dämp-
20 fungsglied b, die Verteiler d und e sowie ein im folgenden noch erläuterter
Phasenschieber c von einer elektronischen Steuereinheit „ECU“ wie
gewünscht angesteuert.

Soeben erwähnt wurde ein mit dem Buchstaben c bezeichneter Phasen-
25 schieber, der in der vom Dämpfungsglied b zum Verteiler e führenden
Verbindungsleitung vorgesehen ist. Wenn wie hier die beiden Mikrowellen-
Einkoppelemente f_1 und f_2 eines Brennraumes 1 von einem gemeinsamen
Mikrowellengenerator a als Hochfrequenz-Energiequelle versorgt werden, so
kann mit diesem Phasenschieber c eine gewünschte Phasenverschiebung
30 zwischen den von den beiden Einkoppelementen f_1 und f_2 abgegebenen
Mikrowellen (bzw. allgemein Hochfrequenzwellen) eingestellt werden.

Bevorzugt wird dabei in diesem Phasenschieber c keine konstante Phasenverschiebung eingestellt, sondern diese Phasenverschiebung soll variabel, d.h. frei wählbar sein, was figürlich durch den „Verstellpfeil“ im eingetragenen griechischen Buchstaben φ , der eine Phasenverschiebung symbolisiert, dargestellt ist. Im Phasenschieber c eingestellt wird diese Phasenverschiebung φ dabei entsprechend den von der ECU abgegebenen Kommandosignalen.

10 Wie weiter oben ausführlich erläutert wurde kann mit Einstellung einer geeigneten Phasenverschiebung zwischen den von den hier beiden Einkoppelementen f_1 und f_2 abgegebenen Mikrowellen gezielt an einer oder mehreren Stelle(n) im Brennraum die für eine Zündung des dort anzutreffenden zündfähigen Luft-Kraftstoffgemisches benötigte Zündenergie
15 bereit gestellt werden.

Von der elektronischen Steuereinheit ECU wird jedoch nicht nur die Phasenverschiebung φ sowie der Zeitpunkt, zu welchem Mikrowellen von den Einkoppelementen f_1 und f_2 eines bestimmten der hier vier Brennräume
20 me abgegeben werden, vorgegeben, sondern es kann entsprechend deren Kommandosignalen zusätzlich die Frequenz f der im Mikrowellengenerator a erzeugten Mikrowellen variiert werden, was figürlich durch den „Verstellpfeil“ im in den Mikrowellengenerator a eingetragenen Buchstaben f , der die Frequenz der abgegebenen Hochfrequenzwellen symbolisiert, dargestellt ist.
25 Ferner kann entsprechend den Kommandosignalen der elektronischen Steuereinheit ECU zusätzlich die Amplitude A der an die Einkoppelemente f_1 und f_2 abgegebenen Mikrowellen bzw. Hochfrequenzwellen variiert werden, was figürlich durch den „Verstellpfeil“ im in das Dämpfungsglied b eingetragenen Buchstaben A , der die Amplitude der Mikrowellen bzw.
30 Hochfrequenzwellen symbolisiert, dargestellt ist.

Das beschriebene Zündsystem bietet somit eine Vielzahl von Variabilitäten, mit Hilfe derer den jeweiligen Anforderungen entsprechend im Brennraum 1 bzw. in den Brennräumen 1 der Brennkraftmaschine an den jeweils gewünschten Stellen zu den jeweils gewünschten Zeitpunkten die für eine
5 Zündung des darin zumindest lokal vorhandenen zündfähigen Gemisches benötigte Zündenergie bereit gestellt werden kann, wobei es - wie bereits erwähnt - auch möglich ist, diese benötigte Zündenergie an mehreren Orten im Brennraum gleichzeitig oder zu verschiedenen Zeitpunkten zur Verfügung zu stellen. So kann die Zündenergie im Brennraum 1 bspw. längs einer
10 Kurve oder eines dreidimensionalen Feldes bereitgestellt werden, wobei noch darauf hingewiesen sei, dass dies sowie eine Vielzahl weiterer Details durchaus abweichend von obigen Erläuterungen gestaltet sein kann, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

5

1. Zündsystem für eine Brennkraftmaschine mit zumindest zwei im Brennraum (1) vorgesehenen Hochfrequenz-Einkoppelementen, insbesondere Mikrowellen-Einkoppelementen (f_1 , f_2), die von einer Hochfrequenz-Energiequelle, insbesondere einem Mikrowellengenerator (a) gespeist werden, wobei die erforderliche Zündenergie im Brennraum (1) durch Überlagerung der von den Einkoppelementen (f_1 , f_2) abgegebenen Hochfrequenzwellen erzeugt wird.
10
2. Zündsystem nach Anspruch 1,
15 dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenverschiebung (φ) zwischen zumindest zwei von unterschiedlichen Hochfrequenz-Einkoppelementen (f_1 , f_2) ausgesendeten Hochfrequenzwellen veränderbar ist.
3. Zündsystem nach Anspruch 1 oder 2,
20 dadurch gekennzeichnet, dass die Amplitude (A) zumindest einer der ausgesendeten Hochfrequenzwellen veränderbar ist.
4. Zündsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz (f) zumindest einer der
25 ausgesendeten Hochfrequenzwellen veränderbar ist.
5. Zündsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
bestehend aus einem eine Frequenz-Variation ermöglichenden
Mikrowellengenerator (a), einem diesem nachgeschalteten eine Amp-
30 lituden-Variation ermöglichenden Dämpfungsglied (b) sowie einer sich
hieran anschließenden Verzweigung auf zwei in den Brennraum (1)

der Brennkraftmaschine hineinragende Hochfrequenz-Einkoppelemente, insbesondere Mikrowellen-Einkoppelemente (f_1 , f_2), wobei in zumindest einem dieser Zweige ein eine Phasenverschiebung (φ) ermöglichender Phasenschieber (c) vorgesehen ist.

5

6. Zündsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Verteiler (d, e) auf mehrere Brennräume der Brennkraftmaschine vorgesehen ist.

10

7. Zündsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in jedem einer Gruppe von Einkoppelementen (f_1 , f_2), die durch jeweils ein Einkoppelement (f_1 , f_2) eines Brennraumes (1) gebildet wird, zugeordneten Zweig ein Verteiler (d, e) auf die mehreren Brennräume vorgesehen ist.

15

8. Verfahren zum Zünden eines in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine befindlichen zumindest lokal zündfähigen Kraftstoff-Luftgemisches mit einem Zündsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei durch Variation von zumindest einem der darin genannten Parameter der Ort der Zündung im Brennraum gezielt eingestellt wird.

20

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die benötigte Zündenergie an mehreren Orten und/oder zu mehreren Zeitpunkten bereitgestellt wird.

25

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündenergie im Brennraum (1) längs einer Kurve oder eines dreidimensionalen Feldes bereitgestellt wird.

30

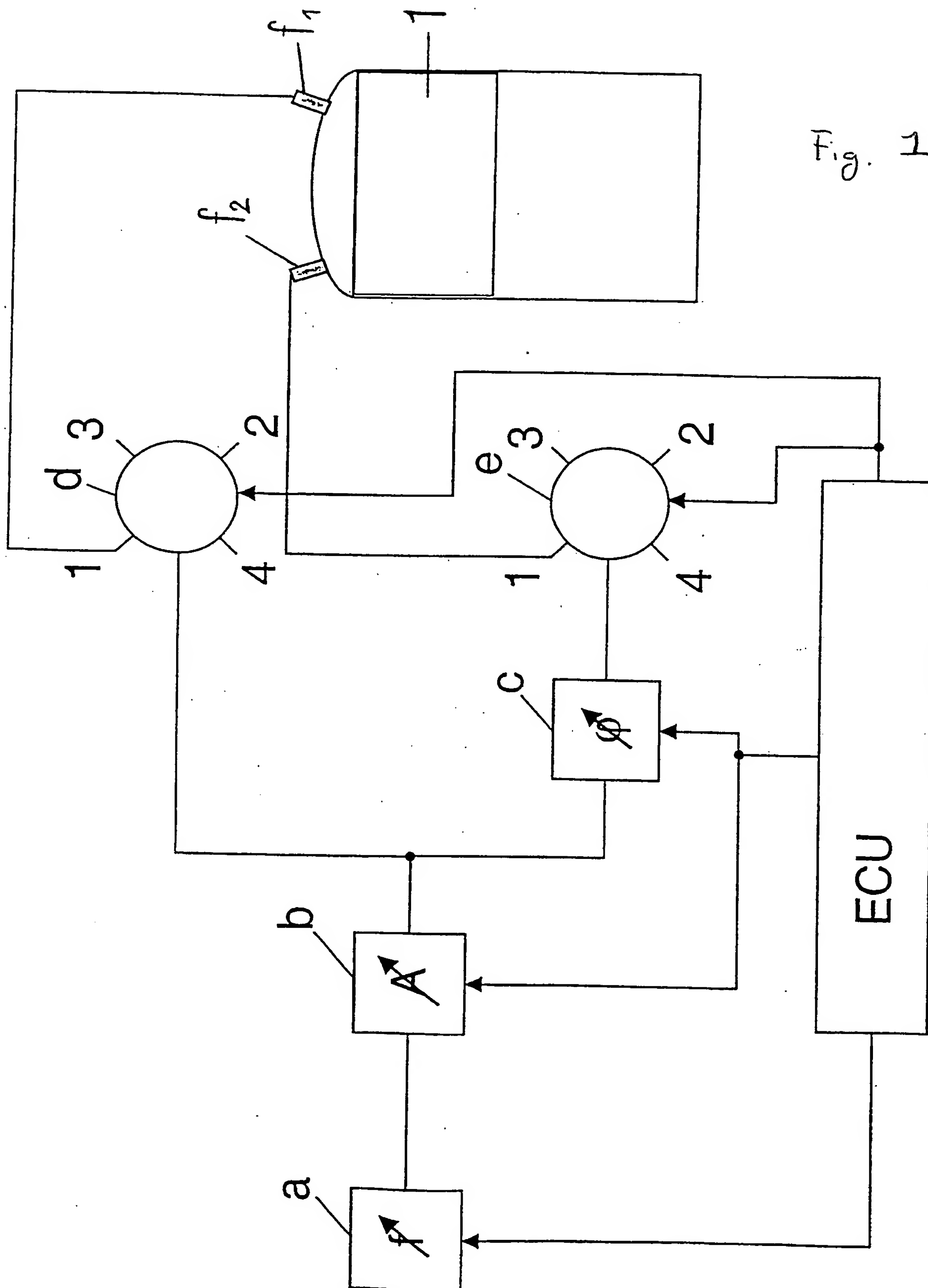


Fig. 1.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 02/07202

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02P23/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 38 787 A (BREMICKER AUTO ELEKTRIK) 2 April 1998 (1998-04-02) column 2, line 60 - line 63 figures 2E-2L	1
A	DE 198 02 745 A (KARLSRUHE FORSCHZENT) 29 July 1999 (1999-07-29) column 2, line 62 - line 65	
A	US 4 446 826 A (KIMURA KATSUHIRO ET AL) 8 May 1984 (1984-05-08)	
A	WO 98 14703 A (BEBICH MATTHEW MARK) 9 April 1998 (1998-04-09)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents :**

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 October 2002

Date of mailing of the international search report

30/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bradley, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/07202

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19638787	A	02-04-1998	DE 19638787 A1	02-04-1998
DE 19802745	A	29-07-1999	DE 19802745 A1	29-07-1999
			AU 2618799 A	09-08-1999
			WO 9937911 A1	29-07-1999
US 4446826	A	08-05-1984	JP 1482983 C	27-02-1989
			JP 57113968 A	15-07-1982
			JP 63029112 B	10-06-1988
			DE 3174112 D1	17-04-1986
			EP 0055871 A1	14-07-1982
WO 9814703	A	09-04-1998	AU 744312 B2	21-02-2002
			AU 4371697 A	24-04-1998
			WO 9814703 A1	09-04-1998
			BR 9712158 A	20-11-2001
			CN 1233314 A	27-10-1999
			EP 0932758 A1	04-08-1999
			JP 2001501699 T	06-02-2001
			NZ 335526 A	26-01-2001
			TR 9901107 T2	21-07-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/07202

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02P23/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	DE 196 38 787 A (BREMICKER AUTO ELEKTRIK) 2. April 1998 (1998-04-02) Spalte 2, Zeile 60 - Zeile 63 Abbildungen 2E-2L ---	1
A	DE 198 02 745 A (KARLSRUHE FORSCHZENT) 29. Juli 1999 (1999-07-29) Spalte 2, Zeile 62 - Zeile 65 ---	
A	US 4 446 826 A (KIMURA KATSUHIRO ET AL) 8. Mai 1984 (1984-05-08) ---	
A	WO 98 14703 A (BEBICH MATTHEW MARK) 9. April 1998 (1998-04-09) -----	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Oktober 2002

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30/10/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bradley, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/07202

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19638787	A	02-04-1998	DE	19638787 A1		02-04-1998
DE 19802745	A	29-07-1999	DE	19802745 A1		29-07-1999
			AU	2618799 A		09-08-1999
			WO	9937911 A1		29-07-1999
US 4446826	A	08-05-1984	JP	1482983 C		27-02-1989
			JP	57113968 A		15-07-1982
			JP	63029112 B		10-06-1988
			DE	3174112 D1		17-04-1986
			EP	0055871 A1		14-07-1982
WO 9814703	A	09-04-1998	AU	744312 B2		21-02-2002
			AU	4371697 A		24-04-1998
			WO	9814703 A1		09-04-1998
			BR	9712158 A		20-11-2001
			CN	1233314 A		27-10-1999
			EP	0932758 A1		04-08-1999
			JP	2001501699 T		06-02-2001
			NZ	335526 A		26-01-2001
			TR	9901107 T2		21-07-1999

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.